

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-171741

(43)Date of publication of application : 23.06.2000

(51)Int.Cl.

G02B 26/10  
B41J 2/44

(21)Application number : 10-348381

(71)Applicant : FUJI PHOTO OPTICAL CO LTD

(22)Date of filing : 08.12.1998

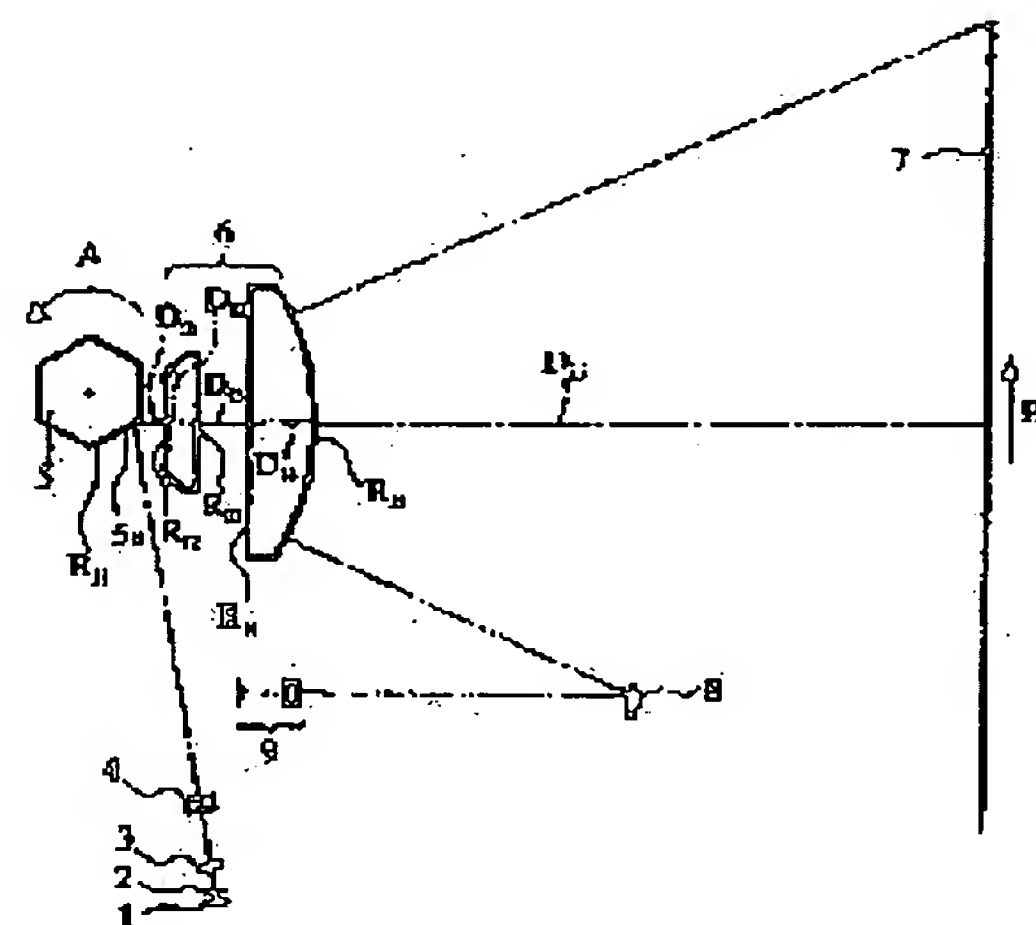
(72)Inventor : ORI TETSUYA

## (54) OPTICAL SCANNER

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain an optical scanner by which chromatic aberration (the divergence of focus) due to the mode hopping of a semiconductor laser light source is prevented by providing one collimating lens one surface of which is at least formed of a specified diffraction optical surface, and the output of high resolution applicable to digital copying machine and an optical printer or the like is made possible even though it is constituted by a few pieces of lens.

SOLUTION: This is the optical scanner provided with a light source 1 constituted of a semiconductor laser, one collimating lens 3 whose one surface is at least formed of the diffraction optical surface, a light deflector 5 and an image formation optical system 6 condensing a luminous flux deflected by the light deflector 5 on a surface to be scanned 7 and scanning it with light, and satisfies a conditional expression (1):  $\Delta 1 \times F2/F12 \leq 0.01$ . Then, F1 means the focal distance of the collimating lens 3, and F2 means the focal distance of the image formation optical system 6, and  $\Delta 1$  means the chromatic aberration caused at the collimating lens 3 due to the mode hopping.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

24.10.2005

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-171741

(P2000-171741A)

(43)公開日 平成12年6月23日(2000.6.23)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テームト(参考)

G 0 2 B 26/10

G 0 2 B 26/10

D 2 C 3 6 2

B 4 1 J 2/44

B 4 1 J 3/00

D 2 H 0 4 5

審査請求 未請求 請求項の枚数 2 O L (全 8 頁)

(21)出願番号 特願平10-348381

(22)出願日 平成10年12月8日(1998.12.8)

(71)出願人 000005430

富士写真光機株式会社

埼玉県大宮市植竹町1丁目324番地

(72)発明者 小里 哲也

埼玉県大宮市植竹町1丁目324番地 富士

写真光機株式会社内

(74)代理人 100097984

弁理士 川野 宏

Fターム(参考) 2C362 AA03 BA86 DA03

2H045 AA01 CA04 CA34 CA55 CA68

CB15 CB22 CB43

(54)【発明の名称】 光走査装置

(57)【要約】

【目的】 少なくとも一方の面が所定の回折光学面で形成された1枚のコリメートレンズを備えることにより、半導体レーザ光源のモードホッピングによる色収差(ビントずれ)を防ぎ、少ない構成枚数のレンズでありながらデジタル複写機や光プリンタ等に適用可能な高解像度の出力が可能な光走査装置を得る。

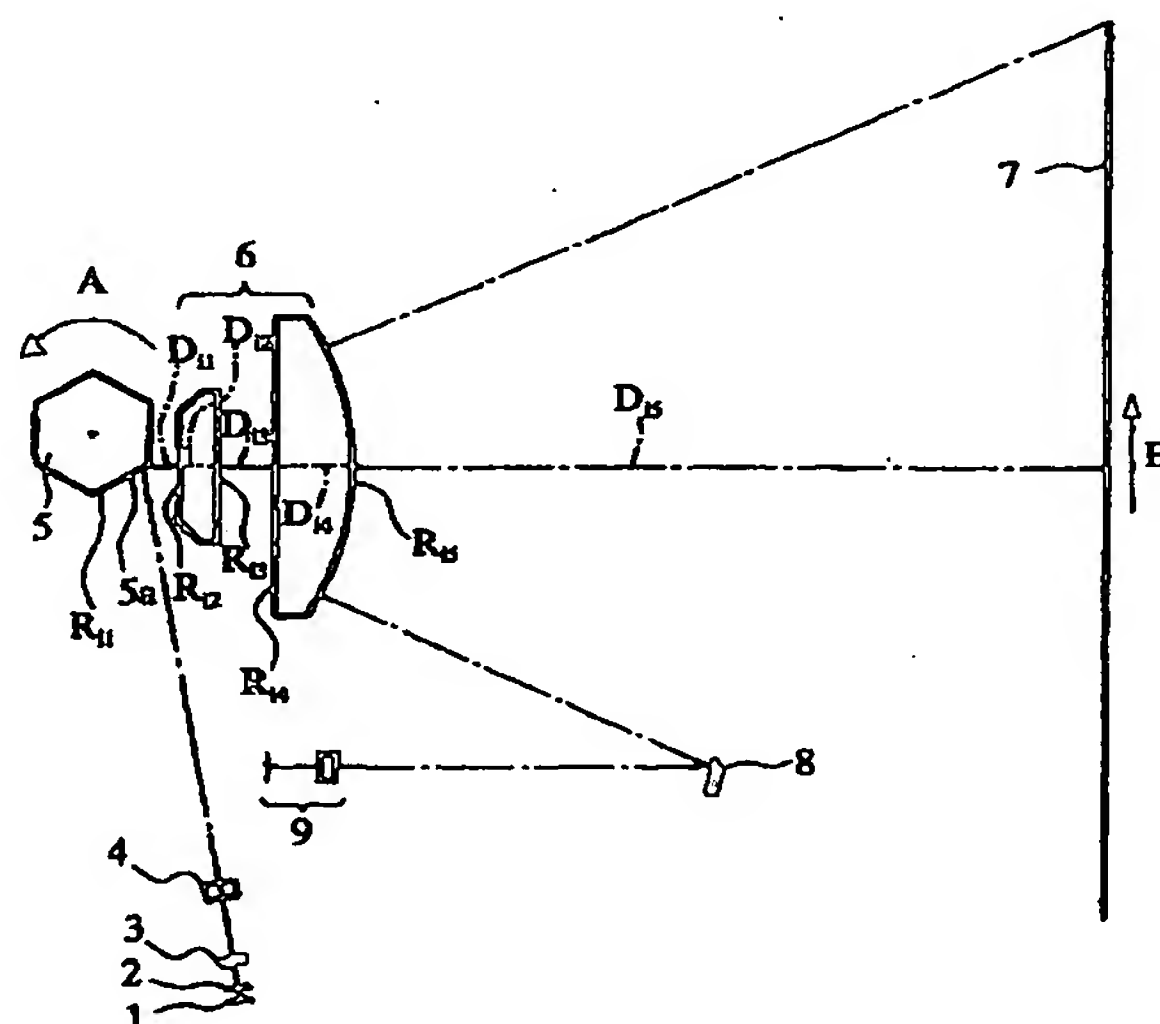
【構成】 半導体レーザよりなる光源1と、少なくとも一方の面が回折光学面で形成された1枚のコリメートレンズ3と、光偏向器5と、光偏向器5により偏向された光束を被走査面7上に集光し光走査を行なう結像光学系6とを備え、以下の条件式(1)を満足する光走査装置。

$$(1) \quad |\Delta_1 \times F_2 / F_1^2| < 0.01$$

ここで、 $F_1$  : コリメートレンズ3の焦点距離

$F_2$  : 結像光学系6の焦点距離

$\Delta_1$  : モードホッピングによりコリメートレンズ3において発生する色収差



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 半導体レーザよりなる光源と、少なくとも一方の面が回折光学面で形成され該光源からの光束を略平行光束に変換する1枚のコリメートレンズと、該コリメートレンズから射出された略平行光束を偏向する光偏向器と、該光偏向器により偏向された光束を被走査面上に集光し該被走査面の光走査を行なう結像光学系とを備え、以下の条件式(1)を満足することを特徴とする光走査装置。

$$(1) \quad |\Delta_1 \times F_2 / F_1^2| < 0.01$$

ここで、

$$\Delta_1 = F_1^2 \times \{(\nu_1 \times f_1)^{-1} + (\nu_0 \times f_0)^{-1}\}$$

ただし、

$F_1$  : コリメートレンズの焦点距離

$F_2$  : 結像光学系の焦点距離

$f_1$  : コリメートレンズの屈折作用による焦点距離

$f_0$  : コリメートレンズの回折部の焦点距離

$\nu_1$  : コリメートレンズの材料の基準波長±20nmにおけるアッペ数

$\nu_0$  : コリメートレンズの回折部の基準波長±20nmにおけるアッペ数

【請求項2】 半導体レーザよりなる光源と、少なくとも一方の面が回折光学面で形成され該光源からの光束を略平行光束に変換する1枚のコリメートレンズと、該コリメートレンズから射出された略平行光束を偏向する光偏向器と、該光偏向器により偏向された光束を被走査面上に集光し該被走査面の光走査を行なう結像光学系とを備え、以下の条件式(2)を満足することを特徴とする光走査装置。

$$(2) \quad |\Delta_1 \times (F_2 / F_1)^2 + \Delta_2| < F_2 / 100$$

ここで、

$$\Delta_1 = F_1^2 \times \{(\nu_1 \times f_1)^{-1} + (\nu_0 \times f_0)^{-1}\}$$

$$\Delta_2 = F_2 / \nu_2$$

ただし、

$F_1$  : コリメートレンズの焦点距離

$F_2$  : 結像光学系の焦点距離

$f_1$  : コリメートレンズの屈折作用による焦点距離

$f_0$  : コリメートレンズの回折部の焦点距離

$\nu_1$  : コリメートレンズの材料の基準波長±20nmにおけるアッペ数

$\nu_0$  : コリメートレンズの回折部の基準波長±20nmにおけるアッペ数

$\nu_2$  : 結像光学系の基準波長±20nmにおける等価アッペ数

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、画像の記録や表示

を行なうデジタル複写機あるいは光プリンタ等の光走査装置に関するものであり、特に半導体レーザビームを光源とし、簡易な構成のコリメートレンズと結像光学系とを備えた光走査装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 デジタル複写機や光プリンタ等に関連して広く知られている光走査装置には、光源からの光束をコリメートレンズで略平行光に変換し、この略平行光束をアナモフィックレンズにより主走査対応方向に長い線像として結像させ、この線像の結像位置近傍に偏向反射面を持つ光偏向器で等角速度で偏向させ、偏向された光束を結像光学系により被走査面上に光スポットとして集光して被走査面の光走査を行なうものがある。

【0003】 このような光走査装置においては、近年、精度上の要求とともに低価格化、小型化の要求が強くなっている。

【0004】 そのため、レンズ構成としてはコリメートレンズに単玉レンズを用い、結像光学系に2枚程度の少ない構成枚数のレンズが採用されることが多い。

【0005】 また、コンパクトでありながら高精細な印字に適した光走査装置を得ようとするものとして、例えば、特開平10-68903号公報記載の光走査装置は、回折光学面(DOE)を備えた光学系(以下回折光学素子と称する)を用いている。回折光学面は、分散が従来の反射屈折光学系に比べて大きくその符合も異なるという特性を有するので、レンズ枚数が少なく高精度な光学系を得るために最近多方面に用いられている。特開平10-68903号公報記載の光走査装置は、結像光学系、アナモフィックレンズ、またはコリメートレンズに回折光学素子を用い、温度変動に伴う主走査方向の倍率変化およびビント変化を、その温度変動によって生じる回折光学素子のパワー変化と、同じくその温度変動によって生じる半導体レーザの波長変動により補正するものである。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記特開平10-68903号公報記載の光走査装置の光源としても用いられている半導体レーザ光源にはモードホッピングという現象があり、半導体レーザ光源を用いる場合はこの問題を解決せずに高い解像度の出力を得ることは困難である。

【0007】 モードホッピングとは出力光の波長が基準波長からシフトすることで、デジタル複写機や光プリンタのように光信号を書き込むために光源の出力を大きくする必要がある場合には発生しやすい。モードホッピングがあるとレンズを透過する際の屈折率が変化するので、波長シフトによっていわばビントずれともいうべき色収差が生じる。このビントずれは、半導体レーザとコリメートレンズの間で生じる色収差Δが小さい場合であっても、結像面である被走査面上では拡大されるため、問題となる。

【0008】すなわち、コリメートレンズの焦点距離を  $F_1$ 、コリメートレンズの材料の基準波長  $\pm 20\text{nm}$  におけるアッペ数を  $\nu_1$  としたときの半導体レーザとコリメートレンズの間に生じる色収差  $\Delta = F_1 / \nu_1$  が、被走査面上では、色収差を  $\Delta'$  とし結像光学系の焦点距離を  $F_2$  とすると  $\Delta' = \Delta \times (F_2 / F_1)^2$  と拡大されてしまう。

【0009】例えば、一般に用いられる基準波長  $780\text{nm}$  の半導体レーザであれば、モードホッピングにより  $\pm 20\text{nm}$  程度の範囲で光源波長がばらつくことになる。この場合、半導体レーザとコリメートレンズ間の色収差  $\Delta$  は、例えば、コリメートレンズの焦点距離  $F_1$  を  $10\text{mm}$ 、結像光学系の焦点距離  $F_2$  を  $210\text{mm}$  とし、コリメートレンズの材料を通常のガラス (BK-7) とすると、波長  $\lambda = 780\text{nm} \pm 20\text{nm}$  のときアッペ数  $\nu = 612$  なので  $\Delta = 0.016\text{mm}$  となり、被走査面上での色収差  $\Delta'$  は、 $\Delta' = 7.2\text{mm}$  となる。

【0010】このように、コリメートレンズにおいて発生する色収差  $\Delta$  は小さくても被走査面上での色収差  $\Delta'$  は大きくなってしまふので、レンズ設計は被走査面側のデフォーカス余裕度を  $\Delta'$  よりも大きくする必要があり、高解像度の出力を得ることは設計上困難となる。

【0011】従来の、1枚のレンズからなるコリメートレンズと少ない構成枚数のレンズからなる結像光学系を採用するような、少ない構成枚数のレンズでは、この波長シフトによるビントずれを防ぐことはできず、高い解像度の出力を得ることが困難であった。そのため、少ないレンズ構成枚数でありながらモードホッピングによるビントずれを防ぎ、解像度の高い光走査装置が要望されている。

【0012】本発明はこのような事情に鑑みなされたもので、回折光学素子の特異な分散特性を利用し、所定の回折光学素子を備えることにより、半導体レーザのモードホッピングによるビントずれを防ぐとともに少ない構成枚数のレンズでありながら高い解像度の出力を得ることができるような光走査装置を提供することを目的とするものである。

【0013】

【課題を解決するための手段】本発明に係る光走査装置は、半導体レーザよりなる光源と、少なくとも一方の面が回折光学面で形成され該光源からの光束を略平行光束に変換する1枚のコリメートレンズと、該コリメートレンズから射出された略平行光束を偏向する光偏向器と、該光偏向器により偏向された光束を被走査面上に集光し該被走査面の光走査を行なう結像光学系とを備え、以下の条件式 (1) を満足することを特徴とするものである。

$$(1) \quad |\Delta_1 \times F_2 / F_1^2| < 0.01$$

ここで、

$$\Delta_1 = F_1^2 \times \{ (\nu_1 \times f_1)^{-1} + (\nu_0 \times f_0)^{-1} \}$$

ただし、

$F_1$  : コリメートレンズの焦点距離

$F_2$  : 結像光学系の焦点距離

$f_1$  : コリメートレンズの屈折作用による焦点距離

$f_0$  : コリメートレンズの回折部の焦点距離

$\nu_1$  : コリメートレンズの材料の基準波長  $\pm 20\text{nm}$  におけるアッペ数

$\nu_0$  : コリメートレンズの回折部の基準波長  $\pm 20\text{nm}$  におけるアッペ数

【0014】また、本発明に係る光走査装置は、半導体レーザよりなる光源と、少なくとも一方の面が回折光学面で形成され該光源からの光束を略平行光束に変換する1枚のコリメートレンズと、該コリメートレンズから射出された略平行光束を偏向する光偏向器と、該光偏向器により偏向された光束を被走査面上に集光し該被走査面の光走査を行なう結像光学系とを備え、以下の条件式 (2) を満足することを特徴とするものである。

$$(2) \quad |\Delta_1 \times (F_2 / F_1)^2 + \Delta_2| < F_2 / 100$$

ここで、

$$\Delta_1 = F_1^2 \times \{ (\nu_1 \times f_1)^{-1} + (\nu_0 \times f_0)^{-1} \}$$

$$\Delta_2 = F_2 / \nu_2$$

ただし、

$F_1$  : コリメートレンズの焦点距離

$F_2$  : 結像光学系の焦点距離

$f_1$  : コリメートレンズの屈折作用による焦点距離

$f_0$  : コリメートレンズの回折部の焦点距離

$\nu_1$  : コリメートレンズの材料の基準波長  $\pm 20\text{nm}$  におけるアッペ数

$\nu_0$  : コリメートレンズの回折部の基準波長  $\pm 20\text{nm}$  におけるアッペ数

$\nu_2$  : 結像光学系の基準波長  $\pm 20\text{nm}$  における等価アッペ数

【0015】ここで、「屈折作用による焦点距離」とは、回折光学面において、このレンズ面に回折光学面を付加しない場合に生じる面屈折力による焦点距離を意味し、「回折部の焦点距離」および「回折部の……アッペ数」とは、このレンズ面に回折光学面を付加することにより生じる面屈折力による焦点距離およびアッペ数を意味する。

【0016】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態1および2について図面を用いて説明する。

【0017】ここで、図1は本発明の実施形態1および2の光走査装置の基本構成を示すものであり、図2はその光源からコリメートレンズまでの基本構成を示すものである。

【0018】本実施形態1および2に係る光走査装置



は、半導体レーザよりなる光源1と、少なくとも一方の面が回折光学面で形成され該光源からの光束を略平行光束に変換する1枚のコリメートレンズ3と、該コリメートレンズ3から射出された略平行光束を偏向する光偏向器5と、該光偏向器5により偏向された光束を被走査面7上に集光し該被走査面7の光走査を行なう結像光学系6とを備えている。

【0019】図1および図2に示すように、この光走査装置によれば、光源1から発せられカバーガラス2を透過したレーザビームは、コリメートレンズ3により略平行光束に変換され、アナモフィックレンズ4により主走査対応方向に線状に結像される。光偏向器5であるポリゴンミラーはこの結像位置近傍に光偏向反射面5aを有し、レーザビームを反射偏向する。fθレンズを含む2枚のレンズからなる結像光学系6は、光偏向器5により反射偏向されたレーザビームを被走査面7上に光スポットとして集光し、略等角速度で被走査面7上に走査させる。また、この光走査装置には、光偏向器5により偏向\*

回折光学面深さ式

$$Z = (B Y^2 + 2 n \pi) \times \frac{\lambda}{2 \pi (N - 1)} + \frac{Y^2 / R}{1 + \sqrt{1 - K \times Y^2 / R^2}} + \sum_{i=2}^5 A_i Y^2$$

ただし、

- Z : 光軸から高さYの回折光学面上の点より回折光学面頂点の接平面(光軸に垂直な平面)に下ろした垂線の長さ
- Y : 光軸から回折光学面頂点の距離
- n : 回折光学面リングNO. (n=0, 1, 2, ...)
- B : 位相関数係数
- A<sub>i</sub> : 非球面係数 (i=2~5)
- N : 設計基準波長における材料の屈折率
- K : 離心率
- R : 回折光学面の近軸曲率半径

【0023】

$$(1) \quad |\Delta_1 \times F_2 / F_1^2| < 0.01$$

ここで、

$$\Delta_1 = F_1^2 \times \{ (\nu_1 \times f_1)^{-1} + (\nu_0 \times f_0)^{-1} \}$$

ただし、

F<sub>1</sub> : コリメートレンズ3の焦点距離

F<sub>2</sub> : 結像光学系6の焦点距離

f<sub>1</sub> : コリメートレンズ3の屈折作用による焦点距離

f<sub>0</sub> : コリメートレンズ3の回折部の焦点距離

ν<sub>1</sub> : コリメートレンズ3の材料の基準波長±20nmにおけるアッペ数

ν<sub>0</sub> : コリメートレンズ3の回折部の基準波長±20nm

\*されて被走査面7へ向かうレーザビームを同期光として検出し、光走査の開始タイミングをとるための同期光検出装置9が設けられている。この同期光検出装置9へ向かうレーザビームは、反射ミラー8により反射される。なお、これ以外にも、図示されない反射ミラー等が光路中に適宜挿入されている。

【0020】図1において、光源1から発せられたレーザビームは、被走査面7上に結像されるとともに、ポリゴンミラーが矢印A方向に回転することにより、被走査面7上において矢印B方向に主走査される。さらに、被走査面7を副走査方向に移動して画像を形成する。

【0021】実施形態1に係る光走査装置において、コリメートレンズ3は被走査面7側の面に回折光学面が形成された1枚のレンズからなる。この回折光学面は下記に示す回折光学面深さ式により表され、以下の条件式(1)を満足する。

【0022】

【数1】

mにおけるアッペ数

【0024】この条件式(1)は、後述するとおり、被走査面7上においてモードホッピングにより生じるピンツずれが、結像光学系6の焦点距離の1%未満になるように規定している。この条件式(1)を満足するような回折光学面を備えることにより、被走査面7上においてモードホッピングにより生じるピンツずれを小さくすることができる。

【0025】ここで、回折光学面を備えることによる作用効果について説明する。

【0026】前述したとおり、回折光学面はその分散性において従来の反射屈折光学系と異なる特性を備えている。すなわち、通常のガラスの分散(1/ν)は、ν=

$(N_2 - 1) / (N_1 - N_3)$  であるのに対し、回折光学面の分散  $(1/\nu)$  は  $\nu = \lambda_2 / (\lambda_1 - \lambda_3)$  で表される。ここで、波長  $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ 、 $\lambda_3$  は  $\lambda_1 < \lambda_2 < \lambda_3$  の関係にあり、 $N_1$ 、 $N_2$ 、 $N_3$  は各々の波長に対応した屈折率である。

【0027】例えば、具体的な数値をあげて通常のガラスと回折光学面との分散の違いについて述べる。一般にデジタル複写機あるいは光プリンタの光源としてよく使用される  $\lambda = 780\text{nm}$  の半導体レーザを光源とした場合、 $\lambda_1 = 760\text{nm}$ 、 $\lambda_2 = 780\text{nm}$ 、 $\lambda_3 = 800\text{nm}$  として通常のガラス (BK-7) のアッペ数  $\nu$  は612であるのに対し、回折光学面のアッペ数  $\nu$  は同様の波長において-19.5となり、1桁異なり、符合も異なる。ここで、波長  $\lambda$  を  $780\text{nm} \pm 20\text{nm}$  としたのは、半導体レーザのモードホッピングによる波長シフトの範囲が  $\pm 20\text{nm}$  程度の幅であることによる。

【0028】この回折光学面の逆分散性および異常分散性という性質を利用することにより、回折光学面を備えた本実施形態に係る光走査装置は、コリメートレンズ3が1枚であっても、色収差を効果的に補正することができる。

【0029】次に、コリメートレンズ3に形成する回折光学面の条件式について説明する。

【0030】条件式(1)は、前述した回折光学面による色収差補正効果を半導体レーザのモードホッピングによるビントずれ補正にも利用するものである。すなわち、コリメートレンズ3の少なくとも一方の面に条件式(1)を満足するような焦点距離を有する回折光学面を形成することにより、被走査面7上においてモードホッピングにより生じるビントずれを小さくすることができる。

【0031】ここで、コリメートレンズ3において発生する色収差  $\Delta_1$  は、以下の式(3)で表される。

$$(3) \quad \Delta_1 = F_1^2 \times \{ (\nu_1 \times f_1)^{-1} + (\nu_0 \times f_0)^{-1} \}$$

ただし、

$F_1$  : コリメートレンズ3の焦点距離

$f_1$  : コリメートレンズ3の屈折作用による焦点距離

$f_0$  : コリメートレンズ3の回折部の焦点距離

$\nu_1$  : コリメートレンズ3の材料の基準波長  $\pm 20\text{nm}$  におけるアッペ数

$\nu_0$  : コリメートレンズ3の回折部の基準波長  $\pm 20\text{nm}$  におけるアッペ数

【0032】なお、コリメートレンズ3に回折光学面を形成した場合、このレンズはコリメートレンズ3に回折光学面を形成しなくともレンズが有するレンズ本来の屈折力と、回折光学面が有する屈折力とを、合成した屈折力を有する。上記「コリメートレンズの屈折作用による焦点距離」とは前者の屈折力による焦点距離を意味し、上記「コリメートレンズの回折部の焦点距離」とは後者

の屈折力による焦点距離を意味する。

【0033】なお、上記「コリメートレンズ3の材料の基準波長  $\pm 20\text{nm}$  におけるアッペ数」 $\nu_1$  は、以下の式(4)により表される。

$$(4) \quad \nu_1 = (N_{1B} - 1) / (N_{1A} - N_{1C})$$

ただし、

$N_{1A}$  : コリメートレンズ3の材料の基準波長  $-20\text{nm}$  における屈折率

$N_{1B}$  : コリメートレンズ3の材料の基準波長における屈折率

$N_{1C}$  : コリメートレンズ3の材料の基準波長  $+20\text{nm}$  における屈折率

【0034】ここで、基準波長  $\pm 20\text{nm}$  の範囲としているのは、半導体レーザのモードホッピングによる波長シフトの範囲に対応しているもので、この範囲で色補償が達成されれば、モードホッピングに対応する光走査装置としては十分な効果を得ることができる。

【0035】また、上記「コリメートレンズ3の回折部の基準波長  $\pm 20\text{nm}$  におけるアッペ数」 $\nu_0$  は、以下の式(5)により表される。

$$(5) \quad \nu_0 = \lambda_B / (\lambda_A - \lambda_C)$$

ただし、

$\lambda_A$  : 基準波長  $-20\text{nm}$

$\lambda_B$  : 基準波長

$\lambda_C$  : 基準波長  $+20\text{nm}$

ここで、被走査面7上においてモードホッピングにより生じるビントずれ  $\Delta'$  は、以下の式(6)で表される。

$$(6) \quad \Delta' = \Delta_1 \times (F_2 / F_1)^2$$

ただし、

$F_1$  : コリメートレンズ3の焦点距離

$F_2$  : 結像光学系6の焦点距離

【0036】すなわち、被走査面7上においてモードホッピングにより生じるビントずれ  $\Delta'$  は、コリメートレンズ3において発生する色収差  $\Delta_1$  が  $(F_2 / F_1)^2$  の倍率で拡大されたものとなる。

【0037】以下の式(7)は、この  $\Delta'$  が所定の値  $(0.01 \times F_2)$  より小さくなるように規定したものである。

$$(7) \quad \Delta_1 \times (F_2 / F_1)^2 < 0.01 \times F_2$$

上記式(7)の両辺を  $F_2$  で除したものが条件式(1)となる。

【0038】このように、条件式(1)は、被走査面7上においてモードホッピングにより生じるビントずれが、結像光学系6の焦点距離の1%未満になるように規定している。コリメートレンズ3に、その回折部の焦点距離  $f_0$  がこの条件式(1)を満足するような回折光学面を備えることにより、半導体レーザ光源のモードホッピングによる波長シフトが発生した場合でも被走査面7上での色収差を低減し、高解像の出力を維持することができる。

【0039】以下、実施形態2に係る光走査装置について説明する。

【0040】実施形態2に係る光走査装置においても、実施形態1と同様にコリメートレンズ3は被走査面7側の面に回折光学面が形成された1枚のレンズからなる。この回折光学面は実施形態1と同様の回折光学面深さ式により表され、以下の条件式(2)を満足する。

$$(2) \quad |\Delta_1 \times (F_2 / F_1)^2 + \Delta_2| < F_2 / 100$$

ここで、

$$\Delta_1 = F_1^2 \times \{ (\nu_1 \times f_1)^{-1} + (\nu_D \times f_D)^{-1} \}$$

$$\Delta_2 = F_2 / \nu_2$$

ただし、

$F_1$  : コリメートレンズ3の焦点距離

$F_2$  : 結像光学系6の焦点距離

$f_1$  : コリメートレンズ3の屈折作用による焦点距離

$f_D$  : コリメートレンズ3の回折部の焦点距離

$\nu_1$  : コリメートレンズ3の材料の基準波長±20nmにおけるアッペ数

$\nu_D$  : コリメートレンズ3の回折部の基準波長±20nmにおけるアッペ数

$\nu_2$  : 結像光学系6の基準波長±20nmにおける等価アッペ数

【0041】回折光学面が有する色収差補正効果は前述した実施形態1と同様であるが、実施形態1においては説明されていない条件式(2)について以下に説明する。

【0042】条件式(2)の左辺は、前述した式(6)で表される $\Delta'$ と結像光学系6においてモードホッピングにより生じる色収差 $\Delta_2$ との和とされている。すなわち、条件式(2)は、コリメートレンズ3でモードホッピングにより生じたビントずれが被走査面7上において拡大された色収差 $\Delta'$ と、結像光学系6においてモードホッピングにより生じる色収差 $\Delta_2$ とを加算したものが、右辺の所定の値( $0.01 \times F_2$ )より小さくなるように規定したものである。

【0043】ここで、結像光学系で発生する色収差 $\Delta_2$ は以下の式(8)により表される。

$$(8) \quad \Delta_2 = F_2 / \nu_2$$

ただし、

$F_2$  : 結像光学系6の焦点距離

$\nu_2$  : 結像光学系6の基準波長±20nmにおける等価アッペ数。

【0044】なお、上記「結像光学系の基準波長±20nmにおける等価アッペ数」 $\nu_2$ とは、複数枚のレンズの

アッペ数を1枚のレンズのアッペ数として換算したものであり、下記に示す式(9)により表される。

$$(9) \quad 1/\nu_2 = \{ \sum (\nu_{2i} \times f_{2i})^{-1} \} \times F_2$$

ただし、

$\nu_{2i}$  : 結像光学系6の第i番目のレンズのアッペ数

$f_{2i}$  : 結像光学系6の第i番目のレンズの焦点距離

【0045】なお、上記「結像光学系6の第i番目のレンズのアッペ数」 $\nu_{2i}$ とは、以下の式(10)により表される。

$$(10) \quad \nu_{2i} = (N_{2B} - 1) / (N_{2A} - N_{2C})$$

ただし、

$N_{2A}$  : 結像光学系6の第i番目のレンズの材料の基準波長-20nmにおける屈折率

$N_{2B}$  : 結像光学系6の第i番目のレンズの材料の基準波長における屈折率

$N_{2C}$  : 結像光学系6の第i番目のレンズの材料の基準波長+20nmにおける屈折率

【0046】このように、条件式(2)は、コリメートレンズ3および結像光学系6を透過する際にモードホッピングにより生じるビントずれが、結像光学系6の焦点距離の1%未満になるように規定している。コリメートレンズ3に、その回折部の焦点距離 $f_D$ がこの条件式(2)を満足するような回折光学面を備えることにより、半導体レーザー光源のモードホッピングによる波長シフトが発生した場合でもコリメートレンズ3および結像光学系6を透過する際に生じる色収差を低減し、高解像の出力を維持することができる。

【0047】以下、本発明の実施例について具体的に説明する。

【0048】<実施例1>本実施例1の光走査装置は、上記実施形態1に係るものである。

【0049】表1に、本実施例1の光源1からコリメートレンズ3までの各レンズ面の曲率半径R(mm)、各レンズの軸上面間隔(各レンズの中心厚および各レンズ間の空気間隔)D(mm)、および各レンズの波長760nm、780nm、800nmにおける屈折率Nを示す。また、表1の下段には本実施例1における上記回折光学面深さ式に示される回折光学面の各定数の値を示す。

【0050】なお、表1において、各記号に対応させた数字は物体側から順次増加するようになっており、数字の左側の\*印は回折光学面であることを示す。

【0051】

【表1】

11 面	曲率半径(R)	面間隔(D)	N <sub>&lt;700&gt;</sub>	N <sub>&lt;700&gt;</sub>	N <sub>&lt;000&gt;</sub>
C 1 (光源)		9.101			
C 2	∞	0.25	1.51161	1.51118	1.51077
C 3	∞	0.0			
C 4	180.38	1.2	1.58771	1.58722	1.58676
* C 5	-6.2470				

## 回折光学面 (第5面)

B = -12.015241	A <sub>0</sub> = 1.0341085 × 10 <sup>-7</sup>
A <sub>2</sub> = 3.1719040 × 10 <sup>-4</sup>	A <sub>8</sub> = 2.8596807 × 10 <sup>-9</sup>
A <sub>9</sub> = 6.3844654 × 10 <sup>-9</sup>	K = 0.9982824

【0052】本実施例1においてカバーガラス2とコリメートレンズ3との距離D<sub>c</sub>は0.0mmとされているが、実施形態の説明に用いた図2に示すように任意の間隔を空けることもできる。

【0053】本実施例1において条件式(1)に対応する値を表2に示す。表2に示すとおり、本実施形態1は条件式(1)を満足している。

【0054】

【表2】

F <sub>1</sub> = 10.00	F <sub>2</sub> = 210
f <sub>1</sub> = 10.31	f <sub>0</sub> = 335.21
ν <sub>1</sub> = 618.1	ν <sub>0</sub> = -19.5
Δ <sub>1</sub> = 0.00039	

$$\text{条件式(1)} \quad |\Delta_1 \times F_2 / F_1^2| = 0.00082$$

面	曲率半径(R)	面間隔(D)	N <sub>&lt;700&gt;</sub>	N <sub>&lt;700&gt;</sub>	N <sub>&lt;000&gt;</sub>
C 1 (光源)		9.097			
C 2	∞	0.25	1.51161	1.51118	1.51077
C 3	∞	0.0			
C 4	202.75	1.2	1.58771	1.58722	1.58676
* C 5	-6.2435				

## 回折光学面 (第5面)

B = -13.199948	A <sub>0</sub> = 1.0729839 × 10 <sup>-7</sup>
A <sub>2</sub> = 3.1407493 × 10 <sup>-4</sup>	A <sub>8</sub> = 2.5678947 × 10 <sup>-9</sup>
A <sub>9</sub> = 6.3317991 × 10 <sup>-9</sup>	K = 0.9983076

【0058】表4に、本実施例2の光偏向器5の光反射面5aから被走査面7までの各レンズ面の曲率半径R (mm)、各レンズの軸上面間隔 (各レンズの中心厚および各レンズ間の空気間隔) D (mm)、および各レン

面	曲率半径(R)	面間隔(D)	N <sub>&lt;700&gt;</sub>	N <sub>&lt;700&gt;</sub>	N <sub>&lt;000&gt;</sub>
i 1 (光偏向反射面)	∞	12.24			
i 2	-240.05	11.33	1.71334	1.71222	1.71118
i 3	∞	18.0			
i 4	∞	23.33	1.71334	1.71222	1.71118
i 5	-102.58	233.73			
i 6 (被走査面)					

【0060】本実施例2においてもカバーガラス2とコリメートレンズ3との距離D<sub>c</sub>は0.0mmとされているが、実施例1と同様に任意の間隔を空けることもできる。

【0061】本実施例2において条件式(2)に対応す

\* <実施例2> 本実施例2の光走査装置は、上記実施形態2に係るものである。

【0055】表3に、本実施例2の光源1からコリメートレンズ3までの各レンズ面の曲率半径R (mm)、各レンズの軸上面間隔 (各レンズの中心厚および各レンズ間の空気間隔) D (mm)、および各レンズの波長760nm、780nm、800nmにおける屈折率Nを示す。また、表3の下段には本実施例2における上記回折光学面深さ式に示される回折光学面の各定数の値を示す。

【0056】なお、表3および以下の表4において、各記号に対応させた数字は物体側から順次増加するようになっており、数字の左側の\*印は回折光学面であることを示す。

【0057】

【表3】

面	曲率半径(R)	面間隔(D)	N <sub>&lt;700&gt;</sub>	N <sub>&lt;700&gt;</sub>	N <sub>&lt;000&gt;</sub>
C 1 (光源)		9.097			
C 2	∞	0.25	1.51161	1.51118	1.51077
C 3	∞	0.0			
C 4	202.75	1.2	1.58771	1.58722	1.58676
* C 5	-6.2435				

※ズの波長760nm、780nm、800nmにおける屈折率Nを示す。

【0059】

【表4】

る値を表5に示す。表5に示すとおり、本実施形態2は条件式(2)を満足している。

【0062】

【表5】



13

$$\begin{aligned}
 F_1 &= 10.00 & F_2 &= 209.91 \\
 f_1 &= 10.34 & f_0 &= 306.13 \\
 \nu_1 &= 618.1 & \nu_0 &= -19.5 \\
 \nu_2 &= 396.70 \\
 \Delta_1 &= -0.00115 \\
 \Delta_2 &= 0.52937
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{条件式 (2)} \quad & |\Delta_1 \times (F_2/F_1)^2 + \Delta_2| = 0.02029 \\
 & \approx F_2 \times 9.663 \times 10^{-5}
 \end{aligned}$$

14

【0063】なお、本発明の光走査装置としては、上記実施例のものに限られるものではなく種々の態様の変更が可能であり、例えば各レンズの曲率半径Rおよびレンズ間隔（もしくはレンズ厚）Dを適宜変更することが可能である。

【0064】また、回折光学面をコリメートレンズの光源側の面のみに形成したり、両面に形成してもよい。

【0065】また、結像光学系の枚数や形状等の構成は上記実施例のものに限られるものではなく、変更が可能である。

【0066】

【発明の効果】以上説明したように、本発明に係る光走査装置によれば、コリメートレンズに回折光学面を付加することにより、1枚のコリメートレンズや少ない枚数の結像光学系を備えた光走査装置であっても、色収差を低減した光学系を得ることができ、半導体レーザのモー\*

\*ドホッピングによる波長シフトの際も被走査面上にて高解像度の出力を維持することが可能な光走査装置を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

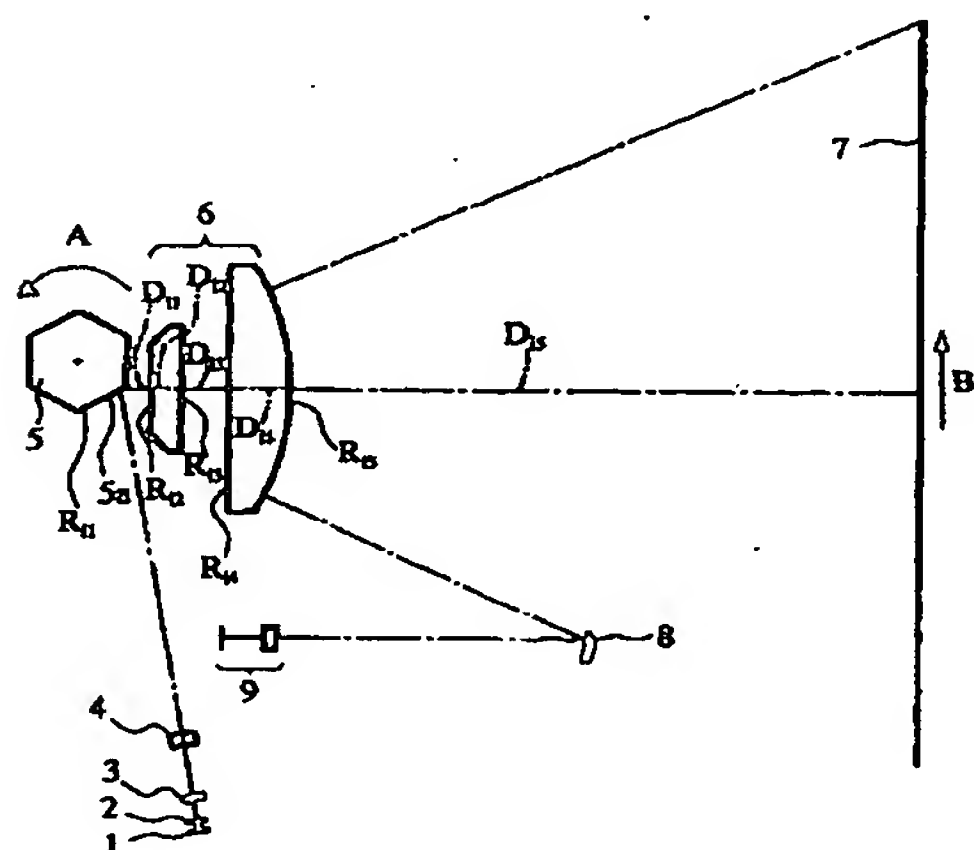
【図1】本実施形態に係る光走査装置の構成を示す図

【図2】本実施形態に係る光走査装置の光源からコリメートレンズまでの構成を示す図

【符号の説明】

- 1 光源
- 2 カバーガラス
- 3 コリメートレンズ
- 4 アナモフィックレンズ
- 5 光偏向器（ポリゴンミラー）
- 5a 光偏向反射面
- 6 結像光学系
- 7 被走査面

【図1】



【図2】

